

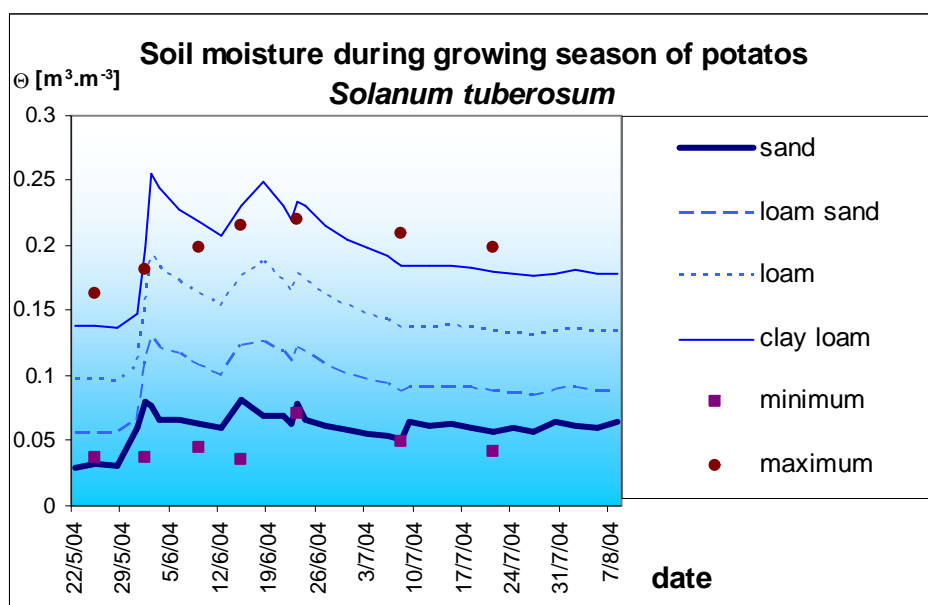
NEPRIAMA ANALÝZA HETEROGENITY POZEMKU POMOCOU MATEMATICKÉHO MODELOVANIA VLHKOSTI PŮDY

Iveta Tóthová, Jaroslav Antal, Ján Jobbágy, Lenka Malatinská

Katedra biometeorológie a hydrológie fakulty zahradníctva a krajinného inžinierstva SPU,
Hospodárska 7, 949 01 Nitra, iveta.tothova@uniag.sk

Abstract:

The aim of this research paper was the indirect analysis of heterogeneity of soil texture on the examined parcel by comparing the soil moistures measured in 2004 (Jobbágy, 2007) with modelled moistures of different soil types during the same year and by using the distribution of individual measured soil moistures frequency. The data for achieving the goal of the paper were available in Department of Machines and Production Reliability, Faculty of Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra (Jobbágy, 2007) and model DSSAT4 (Decision Support System for Agrotechnology Transfer). Measured data of soil moisture come from locality in the western part of Slovak republic, specifically from corn production locality. Climate data (precipitation, maximum and minimum air temperatures, sunshine duration, wind velocity) were measured in Department of Biometeorology and Hydrology, Faculty of Horticulture and Landscape Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra. There were grown potatoes (*Solanum tuberosum*) in this area. Default phenological parameters of grown crop, as well as default parameters of soil types enter to the model DSSAT4. Measured and modelled soil moisture values were graphically figured in MS Excel. Maximum measured moistures approached to modelled clay loam soil and minimum measured soil moistures approached to modelled sand soil. Loam soil is dominant on experimental plot, sand soil has the lowest abundance according to the analysis of frequency distribution of measured moistures. The model which demands a lot of input data, such as climatic data, phenological data and soil parameters, approved to be quite suitable for describing soil moisture curve during growing season of the crop.



Key words: soil texture, mathematical modelling, soil moisture

1) Úvod

Agrohydrologia a pedológia sú dva vedné odbory, ktoré spolu úzko súvisia. Agrohydrologia študuje distribúciu a pohyb vody na povrchu poľnohospodársky využíwanej pôdy, ako aj pohyb a distribúciu vody a pôdneho roztoku cez hornú a dolnú hranicu pôdneho profilu (Antal, Igaz, 2003). Pedológia je veda, ktorá skúma vlastnosti pôdy, jej klasifikáciu, fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti (Zaujec et al., 2002).

Produkčný potenciál poľnohospodárskych plodín ovplyvňujú rôzne prírodné činitele prostredia, ako napríklad pôdne, hydrologické, či klimatické. Medzi pôdne podmienky patria faktory, akými sú zrnitosť, pôdotvorný substrát, morfo genetický pôdny typ, obsah organickej hmoty a obsah živín v pôde (Gábriš et al., 1998).

Dôležitou fyzikálnou charakteristikou pôdy je zrnitosť, ktorá ovplyvňuje pohyb vody v pôde. U nás sa najčastejšie hodnotí podľa obsahu častíc I. kategórie (zrn veľkosti 0,01 mm) stupnicou podľa Nováka. Piesočnatou pôdou prechádza voda oveľa ľahšie ako ílovitou pôdou. Zrnitostne ťažšia pôda má väčší aktívny povrch, a teda aj lepšie sorpčné vlastnosti (Pôda, 2004). Cieľom práce je pokúsiť sa analyzovať vlhkosť pôdy rôznych pôdnych druhov pomocou matematického modelovania a nepriamo analyzovať heterogenitu zrnitostného zloženia pôdy.

2) Materiál a metódy

Pozemok, patriaci do kukuričnej výrobnnej oblasti, sa nachádza na juhozápadnom Slovensku. Prevláda tu hlinitopiesočnatá pôda. Vybraná lokalita je zaradená do BPEJ 040003 černo zem, pôda s pH 7,78 silne alkalická. Rozloha tohto pozemku je 62,5 hektára. Zrnitosť pôdy resp. pôdny druh, úzko súvisí so zásobou vody v pôde, ako aj množstvom vody prístupnej pre

rastliny. Pozemok je ovplyvnený topografiou, vodnou kapacitou, ako aj infiltračnou schopnosťou pôdy. Podľa množstva spadnutých atmosférických zrážok možno územie zaradiť do arídnej, silne suchej oblasti s priemerným dlhodobým ročným úhrnom zrážok 547 mm (za obdobie 1951-1980), pričom atmosférické zrážky sú nerovnomerne rozložené. Teplota vzduchu dosahuje najvyššiu hodnotu v júli, najnižšiu v januári alebo vo februári. Priemerná ročná teplota je 9,9 °C a priemerná teplota za vegetačné obdobie je 16,6 °C, atmosférické zrážky za vegetačné obdobie sú 355 mm (za obdobie 1951-1980). Nadmorská výška územia sa pohybuje okolo 107-110 m. n. m. a patrí do agroklimatickej makrooblasti teplej, podoblasti veľmi suchej, okrsku prevažne miernej zimy. Priemerný počet dní so snehovou je 37. (Šiška, Čimo, 2005).

V práci bol pre dosiahnutie cieľa použitý matematický model DSSAT verzia 4. Model DSAT (The Decision Support System for Agrotechnology Transfer) je používaný už viac ako 15 rokov vo viac ako 100 krajinách po celom svete. Ide o model kombinujúci dáta a programy týkajúce sa úrod, pôd, počasia atď. Ako model zahrňujúci vplyv pôdy, fenotyp plodiny a počasie DSSAT dovoľuje používateľovi simulovať podmienky, ktoré by v skutočnosti agronómovi trvali celú jeho kariéru. DSSAT taktiež poskytuje kontrolu správnosti výstupov modelu úrod, porovnáva simulované výstupy s pozorovanými výsledkami (Uehara and Tsuji, 1998). V samotnom modeli existujú 4 skupiny vstupných údajov: meteorologické, fyziologické, pôdne a riadiace. Vstupné údaje o počasí v modeli CERES zahŕňajú dennú sumu globálneho žiarenia (MJ/deň), denné maximum a minimum teploty vzduchu (°C) a denné množstvo atmosférických zrážok (mm). Parametre rastliny a fyziologické charakteristiky sú dané formou koeficientu genotypu, ktorý popisuje fyziologické procesy (fotosyntézu, dýchanie a iné) pre individuálne odrody plodiny.

Ďalej sa tam nachádzajú fyzikálne a chemické vlastnosti rôznych pôd dané súborom vstupných pôdnych dát. Medzi najdôležitejšie agronomické a pôdne vlastnosti patrí deň, hĺbka siatia, hydrolimity. Simulácia sa nemôže uskutočniť pokiaľ nie sú zadané všetky nevyhnutné vstupné dáta vo vstupnom súbore dát.

Dané územie bolo rozdelené na 30 monitorovaných bodov, v ktorých sa merala vlhkosť pôdy osem krát počas vegetačného obdobia v roku 2004. (Obr 1.-2). Na znázornenie vlhkosti pôdy v jednotlivých bodoch a vytvorenie máp vlhkosti pôdy v jednotlivých dňoch merania bol použitý program ArcView 3.2 V tomto programe boli vytvorené aj histogramy, ktoré znázorňujú veľkosť plôch s rôznou vlhkosťou. Histogramami zo všetkých nameraných pôdnych vlhkostí, rozdelených na jednotlivé intervaly objemovej vlhkosti, ako aj modelovaných a meraných vlhkostí v roku 2004, boli vytvorené v prostredí MS Excel.

3) Výsledky a diskusia

Prvá vlastnosť, ktorá sa určovala, bola poľná vodná kapacita (PVK – predstavuje vlhkosť pôdy na hranici medzi kapilárnou a gravitačnou vodou). Celkový rozsah PVK na danom pozemku bol 22,56 – 26,54 % objemových. Až na 23,6 ha sa pohybovala PVK v intervale 23,36 – 24,15 % objemových. Ďalšia vlastnosť pôdy, ktorá bola vyhodnocovaná, bol bod vädnutia (BV – predstavuje vlhkosť pôdy pri ktorej sú rastliny trvale nedostatočne zásobené vodou, v dôsledku čoho rastliny vädnú (Antal, 2003)). Na skúmanom pozemku sa hydrolimit BV pohyboval v rozpätí 3,21 až 4,71 % objemových. Najväčšie zastúpenie vykazoval interval 3,51 – 3,81 % objemových, a to na ploche 20,2 ha, čo predstavuje 32,3 % z plochy pozemku. Vlhkosť ani pri jednom meraní neklesla pod hodnotu bodu vädnutia a neprekročila hodnotu poľnej vodnej kapacity. Hodnoty bodu vädnutia, poľnej vodnej kapacity ako aj

ďalších vstupných parametrov vstupujúcich do matematického modelu znázorňuje tabuľka 2.

Na danom pozemku sa vlhkosť pôdy zisťovala gravimetrickou metódou. Merania vlhkostí v odberných bodoch sa začali **25.5.2004**. Vlhkosť sa pohybovala v rozpätí 3,62 – 16,26 % a až na 25 hektároch sa pohybovala vlhkosť pôdy v rozpätí 11,21 až 13,73 % objemových (obr. 5). Ďalšie meranie vlhkosti sa uskutočnilo **1.6.2004**. Vlhkosť sa pohybovala v intervale 3,66 – 18,23 % objemových. Ďalší termín merania vlhkostí sa uskutočnil **9.6.2004**. Vlhkosť sa pohybovali v rozmedzí 4,4 – 19,87 % objemových. Dňa **15.6.2004** sa odobrali ďalšie vzorky pre stanovenie vlhkostí. Vlhkosť sa pohybovali v rozmedzí od 1,54 – 21,47 % objemových. Ďalšie meranie vlhkosti pôdy sa uskutočnilo **23.6.2004**. Pohybovala sa v rozmedzí 7,09 – 22,06 % objemových. Dňa **8.7.2004** sa opäť zmerala vlhkosť pôdy, ktorá sa pohybovala v rozmedzí 4,86 – 20,92 % objemových. Dňa **21.7.2004** sa opäť stanovila vlhkosť pôdy v monitorovacích bodoch. Vlhkosť sa pohybovali v rozmedzí od 2,02 až 19,92 % objemových. Posledné meranie sa uskutočnilo dňa **8.8.2004**. Počet meraní v jednotlivých rozpätiach objemovej vlhkosti sa uvádza v tabuľke 1 a obr. 4 udáva histogram celkového rozdelenia všetkých meraní do jednotlivých intervalov objemovej vlhkosti. Najviac meraní spadá do intervalu 10 až 15% objemových.

Na obr. 3 sú znázornené merané a modelované vlhkosti pôdy počas vegetačného obdobia zemiakov *Solanum tuberosum* v roku 2004 pre rôzne druhy pôd spolu s najčastejšie sa vyskytujúcou pôdnou vlhkosťou. Maximálne merané hodnoty pôdnej vlhkosti sa pohybujú v rozpätí 15,84 až 22,21 % objemových, ktoré sa približujú k modelovanej piesočnatohlinitej pôde. Minimálne merané hodnoty pôdnej vlhkosti nadobúdajú hodnoty od 3,94 do 8,06 % objemových. Najčastejšie sa vyskytujúce merané vlhkosti pôdy podľa rozdelenia početnosti do intervalov mali hod-

noty od 5 do 15 % objemových. Do tohto intervalu patrí namodelovaná piesočnatá pôda, ktorá sa na tomto území vyskytuje na najväčšej ploche.

4) Záver

Z nameraných, ako aj modelovaných vlhkostí pôdy je zrejmé, že pravdepodobne

existuje súvislosť medzi týmito hodnotami, a že bude možné využívať zrnitosť, pôdny druh v matematickom modelovaní ako nástroj pre analýzu heterogenity pozemku. Vlhkosť sa pohybovala medzi hodnotami poľnej vodnej kapacity a bodom vädnutia pri meraných (v rozpätí hodnôt 3,94 % obj. až 21,22 % obj.), ako aj modelovaných hodnotách (2,9 % obj. až 29,5 % obj.).

5) Použitá literatúra

- Antal, J.: Agrohrológia. SPU v Nitre, Nitra 2003, ISBN 80-8069-141-X
- Antal, J. – Igaz, D.: Aplikovaná agrohrológia. VES SPU v Nitre, Nitra 2003, ISBN 80-8069-163.
- Gábris et al.: Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve. VŠ-učebnica. ES-SPU Nitra, 1998, 461 s.
- Jobbágy, J. 2007. Hodnotenie efektívnosti závlhovej techniky pri zavlažovaní vybraných plodín In: Autoreferát diz. práce. Katedra strojov a výrobných systémov SPU v Nitre
- PŌDA. Vlastnosti pôdy. 2004. [online] [cit. 5.6. 2007]
<http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/PODA/Poda04.htm#P42>
- Šiska, B. – Čimo J.: Klimatická charakteristika rokov 2004 a 2005 v Nitre : monografia. - 1. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita ISBN 80-8069-761-2
- Uehara and Tsuji, 1998.: G. Uehara and G.Y. Tsuji, Overview of IBSNAT. In: G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom and P.K. Thornton, Editors, *Understanding Options for Crop Production*. In: F.W.T. Penning de Vries, Editor, *Systems Approach for Sustainable Development vol. 7*, Kluwer Academic Publishers (1998), pp. 1–7.
- Zaujec, A.- Chlpík, J. – Tobiašová, E. – Szombathová, N.: Pedológia. SPU Nitra, 2002. 98 s. ISBN 80-8069-090-1

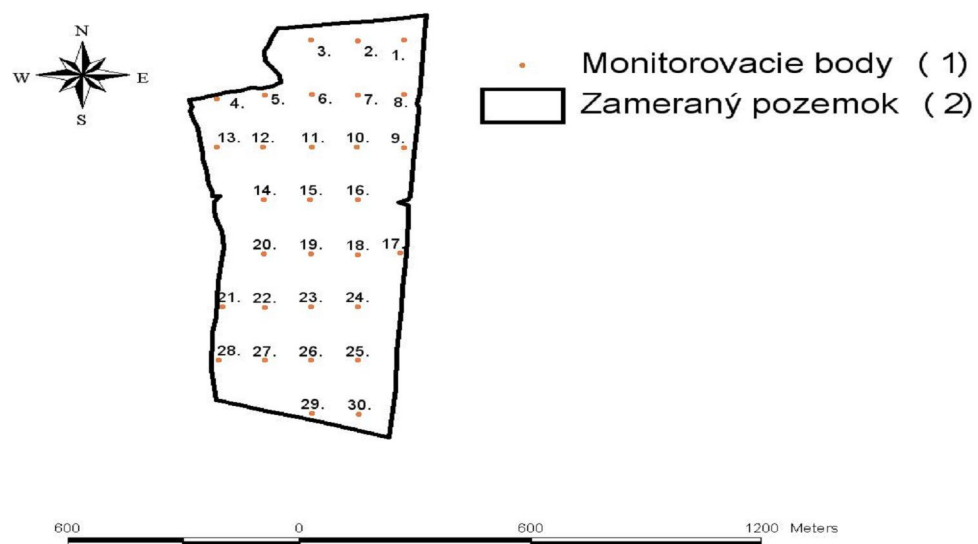
Pod'akovanie:

Tento príspevok vznikol vďaka grantovým agentúram Slovenskej republiky VEGA 1/3458/06 a VEGA 1/4427/07.

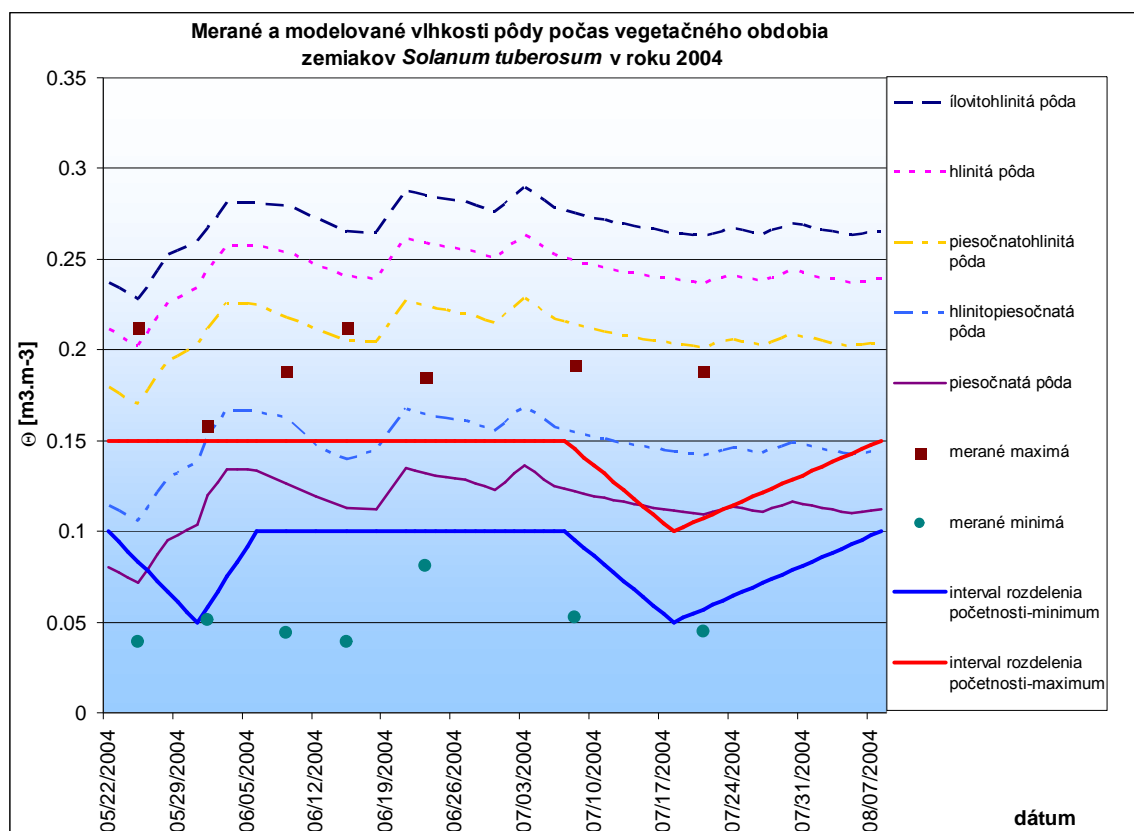
6) Tabuľková a grafická príloha



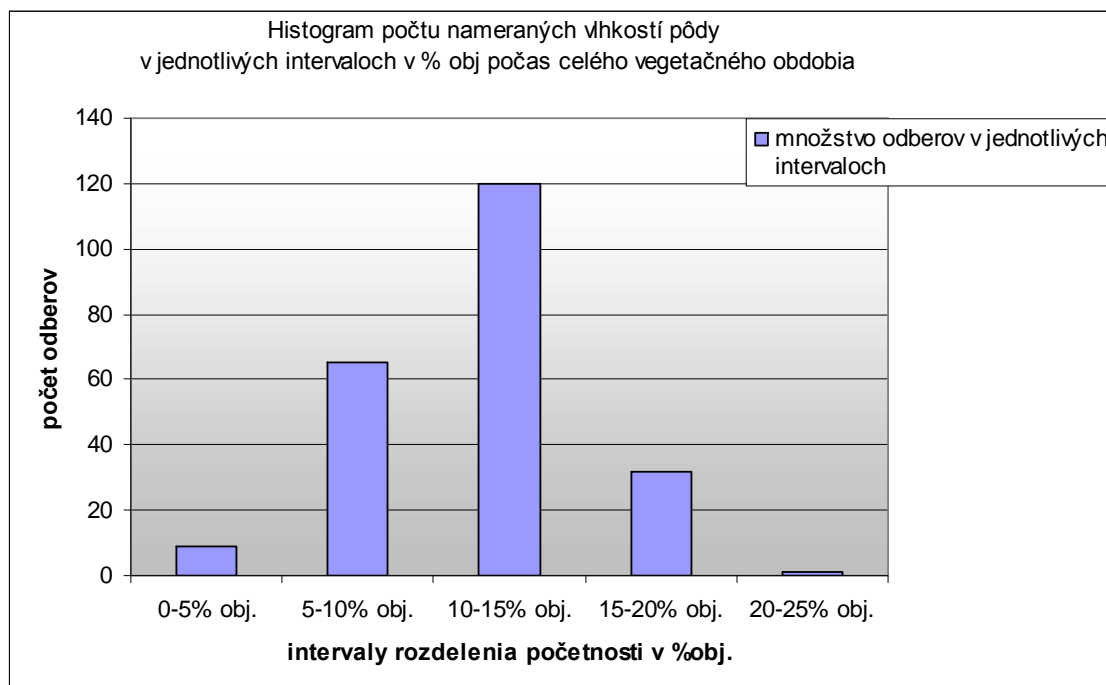
Obr. 1: Zobrazenie monitorovanej plochy v rámci Slovenskej republiky



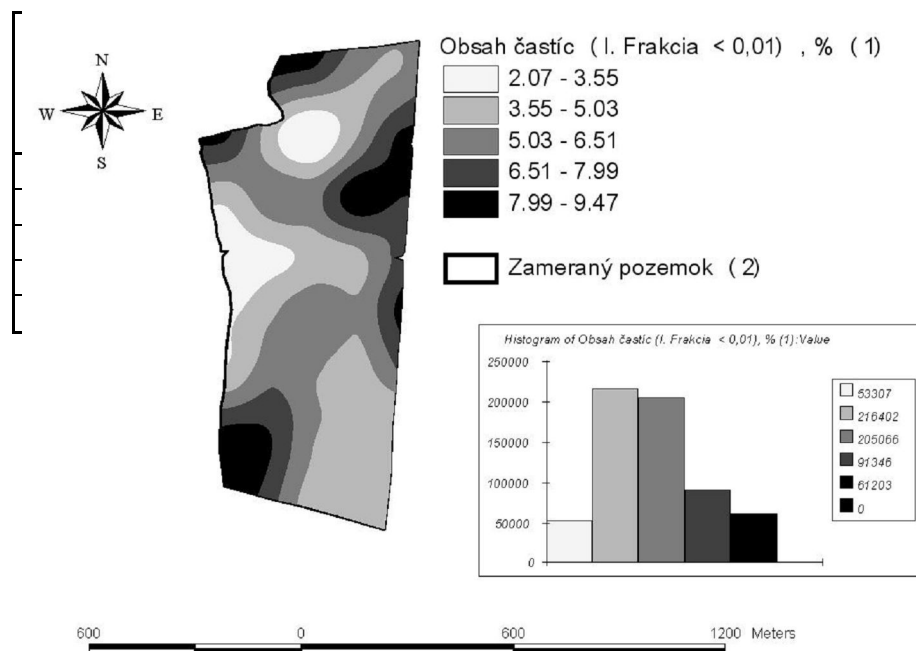
Obr. 2: Rozmiestnenie monitorovacích bodov na ploche poľnohospodárskeho podniku



Obr. 3.: Merané a modelované vlhkosti pôdy počas vegetačného obdobia zemiakov *Solanum tuberosum* v roku 2004 pre rôzne druhy pôd spolu s najčastejšie sa vyskytujúcou pôdnou vlhkosťou



Obr. 4.: Rozdelenie množstva všetkých odberov do intervalov objemovej vlhkosti



Obr. 6.: Mapa obsahu pôdných častíc I. kategórie (<0,01 mm)

Tab. 2: Pôdne parametre vstupujúce do modelu pre jednotlivé pôdne druhy

	pórovitosť	poľná vodná kapacita	bod vädnutia	redukovaná objemová vlhkosť t.m ⁻³
piesočnatá pôda	0,38	0,2383	0,0371	1,60
hlinitopiesočnatá pôda	0,43	0,2100	0,0900	1,50
piesočnatohlinitá pôda	0,47	0,3100	0,1400	1,40
hlinitá pôda	0,49	0,3600	0,1700	1,35
ílovitohlinitá pôda	0,51	0,4000	0,1900	1,30